

Rancang Bangun Instrumen Tes Kemampuan Keruangan Pengembangan Tes Kemampuan Keruangan *Hubert Maier* dan Identifikasi Penskoran Berdasar Teori *Van Hiele*

Ardhi Prabowo¹ dan Eri Ristiani²

¹Dosen Jurusan Matematika FMIPA Unnes

²Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Unnes

Email: ardhiprabowo@staff.unnes.ac.id

Abstrak

Tulisan ini berisi mengenai rancang bangun instrumen uji kemampuan keruangan. Sesuai dengan definisi dari Maier, kemampuan keruangan merupakan salah satu kemampuan dasar dari manusia. Maier juga menyebutkan bahwa kemampuan keruangan memiliki hubungan yang kuat dengan kemampuan analitis dan sintesis serta kemampuan aritmatika. Dalam rangka pengembangan uji kemampuan keruangan maka disusunlah instrumen uji kemampuan keruangan yang dalam penskorannya mengadopsi model penskoran dari tes kemampuan keruangan Van Hiele.

Kata kunci: Kemampuan keruangan.

Pendahuluan

Matematika adalah suatu alat untuk mengembangkan cara berpikir. Menurut Hudojo (2001) bahwa matematika merupakan suatu ilmu yang berhubungan atau menelaah bentuk-bentuk atau struktur-struktur yang abstrak dan hubungan-hubungan di antara hal-hal itu. Matematika timbul karena pikiran-pikiran manusia yang berhubungan dengan ide, proses dan penalaran.

Tujuan belajar matematika itu sendiri adalah sesuatu yang ingin dicapai setelah proses belajar mengajar matematika berlangsung dengan baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang. Tujuan belajar matematika jangka pendek yaitu

dikuasainya sejumlah materi yang telah dipelajarinya, sedangkan tujuan belajar matematika jangka panjang adalah berkenaan dengan penggunaan matematika dalam kehidupan sehari-hari dan penghargaan terhadap matematika itu sendiri sebagai ilmu struktur yang abstrak. Karena itu, matematika sangat diperlukan baik untuk kehidupan sehari-hari maupun dalam menghadapi kemajuan IPTEK sehingga matematika perlu dibekalkan kepada setiap peserta didik sejak SD, bahkan sejak TK.

Salah satu pembelajaran yang penting dalam matematika adalah pembelajaran geometri. Pembelajaran geometri merupakan hal yang penting karena

Informasi Tentang Artikel

Diterima pada	: 26 Oktober 2011
Disetujui pada	: 15 November 2011
Diterbitkan	: Desember 2011

pembelajaran geometri sangat mendukung banyak topik, seperti vektor dan kalkulus dan mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah. Kennedy & Tipps menyatakan bahwa dengan pembelajaran geometri mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dan mendukung banyak topik lain dalam matematika. Suydam menyatakan bahwa tujuan pembelajaran geometri adalah (1) mengembangkan kemampuan berpikir logis, (2) mengembangkan intuisi spasial mengenai dunia nyata, (3) menanamkan pengetahuan yang dibutuhkan untuk matematika lanjut dan (4) mengajarkan cara membaca dan menginterpretasikan argumen matematika. Selanjutnya Bobango menyatakan bahwa tujuan pembelajaran geometri adalah agar siswa, (1) memperoleh rasa percaya diri pada kemampuan matematikanya, (2) menjadi pemecah masalah yang baik, (3) dapat berkomunikasi secara matematik, dan (4) dapat bernalar secara matematik (Suherman, 1999).

Pembelajaran matematika yang terjadi selama ini masih bersifat konvensional yaitu dengan cara ceramah dan penge-*drill*-an soal-soal. Pada materi-materi geometri, pembelajaran terfokus pada kemampuan siswa sebatas pada definisi dan penyelesaian soal-soal di buku, tanpa memahami konsepnya secara mendalam. Padahal, obyek-obyek geometri merupakan obyek-obyek yang bersifat abstrak. Akibatnya, siswa tidak percaya akan kebenaran matematika, walaupun mereka paham dan mengerti. Siswa juga akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep geometri serta siswa menjadi pasif dalam belajar sehingga hasil belajar menurun. Selain itu, perkembangan kemampuan berpikir siswa dalam mempelajari geometri menjadi terhambat.

Materi bangun dimensi tiga merupakan salah satu materi geometri yang harus dikuasai dengan baik oleh siswa karena merupakan salah satu materi yang menentukan kelulusan dalam ujian akhir. Namun, masih banyak permasalahan yang

muncul seperti banyaknya peserta didik yang menganggap materi bangun dimensi tiga merupakan materi yang sulit. Permasalahan di lapangan yang berkaitan dengan geometri di sekolah disebabkan karena tingkat keabstrakan objek geometri yang cukup tinggi serta kurangnya kemampuan visualisasi objek abstrak atau objek dalam pikiran siswa yang merupakan salah satu unsur kemampuan pandang ruang yang harus dimiliki siswa. Hal ini berarti pembelajaran geometri yang bersifat konvensional yang terjadi selama ini belum mampu memberikan visualisasi obyek geometri yang baik pada pikiran siswa. Edgar Dale menggambarkan pentingnya visualisasi dan verbalistik dalam pengalaman belajar yang disebut “kerucut pengalaman Edgar Dale” dikemukakan bahwa ada suatu kontinum dari konkrit ke abstrak antara pengalaman langsung, visual dan verbal dalam menanamkan suatu konsep atau pengertian. Semakin konkrit pengalaman yang diberikan akan lebih menjamin terjadinya proses belajar (Kariadinata, 2010).

Ditinjau dari tahap perkembangan kognitif Piaget, siswa sekolah menengah pertama berada pada tahap operasi formal (12 tahun ke atas) (Hudojo, 2001). Pada tahap ini, siswa sudah mampu berpikir secara logis tanpa kehadiran benda-benda kongkret, dengan kata lain anak sudah mampu melakukan abstraksi. Tetapi, pada kenyataannya, mereka belum mampu melakukan abstraksi dengan baik dikarenakan pembelajaran konvensional yang terjadi selama ini. Padahal, pada tahap ini, siswa sudah memiliki potensi untuk berpikir kritis, kreatif, dan produktif. Sehingga, potensi tersebut perlu dikembangkan melalui kegiatan investigasi, sehingga siswa memperoleh stimuli yang dapat mengaktifkan daya kreatif dan kritisnya untuk menyelesaikan masalah (Burns, 1995).

Komputer adalah sebuah fasilitas teknologi yang dapat membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya sehingga pembelajaran matematika yang

memanfaatkan komputer akan lebih efektif dan optimal dibandingkan pembelajaran yang bersifat konvensional. Dalam *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) (2010) dinyatakan bahwa komputer merupakan salah satu media teknologi yang sangat potensial dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan matematika karena melalui komputer siswa dapat mengecek lebih banyak lagi contoh atau format-format representasi yang secara visual dapat dilihat dan diamati di depan mata secara langsung, sehingga pembelajar dengan mudah merumuskan dan mengeksplorasi konjektur-konjektur matematika. Komputer menghadirkan stimulus-stimulus yang direalisasikan ke dalam program komputer dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) yang mudah untuk dipelajari. Kariadinata (2010) menyatakan bahwa: “pemanfaatan komputer mampu memvisualisasikan materi yang abstrak”.

Dengan mengkombinasikan pembelajaran matematika dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi maka perlu disusun sebuah model pembelajaran matematika berbasis teknologi komputer dengan menggunakan *Dynamic Geometry Software Cabri 3D*. Penggunaan *Dynamic Geometry Software Cabri 3D* dalam pengajaran geometri dimaksudkan agar para siswa dapat membuat dugaan, menguji hipotesis-hipotesis, mengkonstruksi dan membuat generalisasi umumnya. Selain itu, penggunaan *software* ini dapat menjadi media untuk membantu perkembangan berpikir geometri siswa yaitu meningkatkan kemampuan pandang ruang siswa.

Adapun rumusan masalah dalam tulisan ini adalah sebagai berikut. (1) Bagaimanakah bentuk instrumen uji kemampuan keruangan pengembangan dari teori Hubert Maier mengenai pengukuran kemampuan keruangan? (2) Bagaimana penskoran dari instrumen uji kemampuan keruangan hasil pengembangan pengukuran kemampuan keruangan Hubert Maier?

Pembelajaran Matematika di Sekolah

Pembelajaran pada hakikatnya adalah proses interaksi antara peserta didik dengan lingkungannya, sehingga terjadi perubahan perilaku ke arah yang lebih baik (Manthovani, 2007). Dalam pembelajaran terdapat proses belajar mengajar yaitu suatu proses menerjemahkan dan mentransformasikan nilai-nilai yang terdapat dalam kurikulum kepada siswa melalui interaksi belajar mengajar di sekolah.

Proses pembelajaran merupakan suatu proses yang mengandung serangkaian perbuatan guru dan siswa atas dasar hubungan timbal balik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan tertentu. Interaksi dalam peristiwa pembelajaran mempunyai arti yang lebih luas, tidak hanya sekedar hubungan antara guru dan siswa tetapi berupa interaksi edukatif. Dalam hal ini bukan hanya sekedar penyampaian pesan berupa materi pelajaran melainkan penanaman sikap dan nilai pada diri siswa yang belajar.

Menurut Mulyasa dalam pembelajaran, tugas guru yang paling utama adalah mengondisikan lingkungan agar menunjang terjadinya perubahan perilaku bagi peserta didik (Manthovani, 2007). Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP), belajar merupakan kegiatan aktif siswa dalam membangun makna dan pemahaman terhadap suatu konsep, sehingga dalam proses pembelajaran siswa merupakan sentral kegiatan, pelaku utama dan guru hanya menciptakan suasana yang dapat mendorong timbulnya motivasi belajar pada siswa. Untuk dapat merealisasikan hal tersebut terdapat beberapa hal pokok yang dikembangkan dalam proses pembelajaran dalam era KTSP adalah sebagai berikut.

1. Metode pengajaran guru di kelas menggunakan metode yang variatif dan menyenangkan seperti: *inquiry, discovery, contextual, problem solving*.
2. Penyampaian materi pelajaran secara kolaboratif lintas mata pelajaran ataupun lintas rumpun mata pelajaran.

3. Penggunaan multimedia dalam pembelajaran untuk menunjang pemahaman siswa terhadap materi pelajaran.
4. Sistem *moving class* untuk mengoptimalkan fungsi kelas bagi pembelajaran.
5. Sistem *E-Learning* untuk mempermudah proses belajar siswa dan mendorong kreativitas guru menyampaikan materi dengan menggunakan multimedia.

(Manthovani, 2007).

Tujuan pembelajaran matematika adalah melatih dan menumbuhkan cara berpikir secara sistematis, logis, kreatif, dan konsisten serta mengembangkan sikap gigih dan percaya diri dalam menyelesaikan masalah (Depdiknas, 2003). Tujuan pembelajaran matematika meliputi sebagai berikut.

1. Melatih cara berpikir dan bernalar dalam bentuk menarik kesimpulan;
2. mengembangkan aktivitas kreatif yang melibatkan imajinasi, intuisi dan penemuan dengan mengembangkan pemikiran divergen, orisinal, rasa ingin tahu, membuat prediksi atau dugaan, serta dengan mencoba-coba;
3. mengembangkan kemampuan memecahkan masalah; dan
4. mengembangkan kemampuan menyampaikan informasi atau mengomunikasikan gagasan.

Pada pembelajaran matematika di sekolah pada umumnya guru menerangkan materi di depan kelas, memberikan contoh kemudian memberikan latihan soal. Pembelajaran tersebut jika dilakukan hampir setiap hari maka menimbulkan kebosanan dan merusak minat belajar siswa. Apabila ini terus dilaksanakan maka kompetensi dasar dan indikator pembelajaran tidak akan dapat dicapai secara maksimal. Oleh karena itu, dalam KTSP ini, diharapkan guru sudah mampu menerapkan variasi model dan metode dalam pengajaran di kelas. Penggunaan alat peraga dan media pembelajaran lain juga

sudah mulai digalakkan untuk mencapai tujuan pembelajaran matematika.

Teori Belajar yang Mendukung

a. Teori Bruner

Menurut Bruner, jika seseorang mempelajari sesuatu pengetahuan (misalnya suatu konsep matematika), pengetahuan itu perlu dipelajari dalam tahap-tahap tertentu agar pengetahuan itu dapat diinternalisasi akan terjadi dalam pikiran (struktur kognitif) orang tersebut. Proses internalisasi akan terjadi secara sungguh-sungguh (yang berarti proses belajar terjadi secara optimal) jika pengetahuan yang dipelajari itu dipelajari dalam tiga tahap yang macam dan urutannya adalah sebagai berikut.

- 1) Tahap enaktif, yaitu suatu tahap pembelajaran suatu pengetahuan di mana pengetahuan itu dipelajari secara aktif, dengan menggunakan benda-benda kongkret atau menggunakan situasi yang nyata.
- 2) Tahap ikonik, yaitu suatu tahap pembelajaran suatu pengetahuan di mana pengetahuan itu direpresentasikan (diwujudkan) dalam bentuk bayangan visual (*visual imagery*), gambar, atau diagram, yang menggambarkan kegiatan kongkret atau situasi kongkret yang terdapat pada tahap enaktif tersebut di atas.
- 3) Tahap simbolik, suatu tahap pembelajaran di mana pengetahuan itu direpresentasikan dalam bentuk simbol-simbol abstrak, yaitu simbol-simbol arbiter yang dipakai berdasarkan kesepakatan orang-orang dalam bidang yang bersangkutan, baik simbol-simbol verbal (misalnya huruf-huruf, kata-kata, kalimat-kalimat), lambang-lambang matematika, maupun lambang-lambang abstrak yang lain.

b. Teori Van Hiele

Teori Van Hiele yang dikembangkan oleh Pierre Marie Van Hiele dan Dina Van Hiele Geldof sekitar tahun 1950-an telah memberi pengaruh yang kuat dalam

pembelajaran geometri sekolah. Beberapa penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa pembelajaran yang menekankan pada tahap belajar Van Hiele dapat membantu perencanaan pembelajaran dan memberikan hasil yang memuaskan. “Burger dan Saughnessy (1986) melaporkan bahwa siswa menunjukkan tingkah laku yang konsisten dalam tingkat berpikir geometri sesuai dengan tingkatan berpikir Van Hiele. Susiswo (1989) menyimpulkan bahwa pembelajaran geometri dengan dengan pembelajaran model Van Hiele lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Selanjutnya, Husnaeni (2001) menyatakan bahwa penerapan model Van Hiele efektif untuk peningkatan kualitas berpikir siswa” (Suherman, 1999).

Menurut teori Van Hiele, seseorang akan melalui lima tahap perkembangan berpikir dalam belajar geometri. Kelima tahap perkembangan berpikir Van Hiele adalah tahap 0 (visualisasi), tahap 1 (analisa), tahap 2 (deduksi informal), tahap 3 (deduksi), dan tahap 4 (rigor).

Tahap perkembangan berpikir dalam belajar geometri dapat dijelaskan sebagai berikut.

1) Tingkat 0: Tingkat Visualisasi (Recognition)

Tingkat ini juga dikenal dengan tahap dasar, tahap rekognisi, tahap holistik, tahap visual, dan disebut juga tingkat pengenalan. Pada tingkat ini, siswa baru mengenal nama suatu bangun dan mengenal bentuknya secara keseluruhan. Sebagai contoh adalah persegi dan persegi panjang tampak berbeda. “*The student can learn names of figures and recognizes a shape as a whole. The example is squares and rectangles seem to be different*” (Hoffer, 1979, 1981 dalam Zalman Usiskin, 1982).

Ciri-ciri tahap visual ini adalah siswa mampu mengidentifikasi, memberi nama, membandingkan, dan mengoperasikan gambar-gambar geometri seperti segitiga, sudut, dan perpotongan garis berdasarkan penampakkannya. Siswa memandang sesuatu bangun geometri sekedar

karakteristik visual dan penampakkannya. Siswa secara eksplisit tidak terfokus pada sifat-sifat objek yang diamati, tetapi memandang objek sebagai suatu keseluruhan (*wholistic*). Pada tingkat ini siswa belum memperhatikan komponen-komponen dari masing-masing bangun. Dengan demikian, meskipun pada tingkat ini siswa sudah mengenal nama suatu bangun, siswa belum dapat memahami dan menentukan sifat geometri serta ciri-ciri atau karakteristik dari bangun yang ditunjukkan. Contoh lain pada tingkat ini adalah siswa tahu bahwa suatu bangun bernama kubus, tetapi ia belum menyadari ciri-ciri dari bangun yang bernama kubus tersebut.

2) Tingkat 1: Tingkat Analisis (Analysis)

Tingkat ini sering disebut juga tingkat deskriptif. Pada tingkat ini, siswa dapat menyebutkan sifat-sifat yang dimiliki suatu bangun. Sebagai contoh adalah suatu persegi panjang memiliki empat sudut siku-siku. “*The student can identify properties of figures. The example is rectangles have four right angles*” (Hoffer, 1979, 1981 dalam Zalman Usiskin, 1982). Jadi pada tingkat ini, siswa sudah mengenal bangun-geometri berdasarkan ciri-ciri dari masing-masing bangun. Dengan kata lain, pada tingkat ini siswa sudah bisa menganalisis bagian-bagian yang ada pada suatu bangun dan mengamati sifat-sifat yang dimiliki oleh unsur-unsur tersebut. Contoh lain pada tingkat ini adalah siswa sudah bisa mengatakan bahwa suatu bangun merupakan kubus karena bangun itu memiliki enam sisi persegi yang sama.

3) Tingkat 2: Tingkat Abstraksi (Order)

Tingkat ini disebut juga tingkat pengurutan atau tingkat relasional. Pada tingkat ini, siswa sudah dapat menyusun suatu pemikiran secara logis dan dapat memahami hubungan antara ciri yang satu dengan ciri yang lain pada suatu bangun, tetapi belum bisa mengoperasikannya dalam suatu sistem matematis. Contohnya adalah siswa dapat memahami pengambilan kesimpulan sederhana, tetapi belum memahami pembuktiannya. “*The student*

can logically order figures and relationships, but does not operate within a mathematical system” (Hoffer, 1979, 1981 dalam Zalman Usiskin, 1982:12). Contoh lainnya adalah, pada tingkat ini siswa sudah bisa mengatakan bahwa jika pada suatu segiempat, sisi-sisi yang berhadapan sejajar, maka sisi-sisi yang berhadapan itu sama panjang. Di samping itu pada tingkat ini siswa sudah memahami perlunya definisi untuk tiap-tiap bangun. Pada tingkat ini siswa juga sudah bisa memahami hubungan antara bangun yang satu dengan bangun yang lain. Misalnya pada tingkat ini siswa sudah bisa memahami bahwa setiap persegi adalah persegi panjang, karena persegi juga memiliki ciri-ciri persegi panjang.

4) Tingkat 3: Tingkat Deduksi Formal (Deduction)

Pada tingkat ini siswa sudah memahami peranan pengertian-pengertian, definisi-definisi, aksioma-aksioma dan teorema-teorema pada geometri. Pada tingkat ini siswa sudah mulai mampu menyusun bukti-bukti secara formal. *“The student understands the significance of deduction and the roles of postulates, theorems, and proof. Proofs can be written with understanding”* (Hoffer, 1979, 1981 dalam Zalman Usiskin, 1982:12). Ini berarti bahwa pada tingkat ini siswa sudah memahami proses berpikir yang bersifat deduktif-aksiomatis dan mampu menggunakan proses berpikir tersebut. Seperti kita ketahui bahwa matematika adalah ilmu deduktif karena pengambilan kesimpulan, pembuktian teorema, dan lain-lain dilakukan secara deduktif. Sebagai contoh, untuk membuktikan bahwa jumlah sudut-sudut jajar genjang adalah 360 derajat secara deduktif dibuktikan dengan menggunakan prinsip kesejajaran. Pembuktian secara induktif yaitu dengan memotong-memotong sudut-sudut benda jajar genjang, kemudian setelah itu ditunjukkan semua sudutnya membentuk sudut satu putaran penuh, namun belum tentu tepat. Seperti diketahui bahwa pengukuran itu pada dasarnya mencari nilai

yang paling dekat dengan ukuran sebenarnya. Jadi, mungkin saja dapat keliru dalam mengukur sudut-sudut dalam jajar genjang tersebut. Untuk itu, pembuktian secara deduktif merupakan cara yang tepat dalam pembuktian dalam matematika.

5) Tingkat 4: Tingkat Rigor

Tingkat ini disebut juga tingkat metamatematis. Pada tingkat ini, siswa mampu melakukan penalaran secara formal tentang sistem-sistem matematika (termasuk sistem-sistem geometri), tanpa membutuhkan model-model yang konkret sebagai acuan. Pada tingkat ini, siswa memahami bahwa dimungkinkan adanya lebih dari suatu geometri. Sebagai contoh, pada tingkat ini siswa menyadari bahwa jika salah satu aksioma pada suatu sistem geometri diubah, maka seluruh geometri tersebut juga akan berubah. Sehingga pada tingkat ini siswa sudah bisa memahami adanya geometri-geometri yang lain di samping geometri Euclides. *“Contohnya adalah geometri non-Euclides”* (Hoffer, 1979, 1981 dalam Zalman Usiskin, 1982).

Menurut Van Hiele, semua anak mempelajari geometri dengan melalui tahap-tahap tersebut, dengan urutan yang sama, dan tidak dimungkinkan adanya tingkat yang diloncati. Akan tetapi, kapan seseorang siswa mulai memasuki suatu tingkat yang baru tidak selalu sama antara siswa yang satu dengan siswa yang lain.

Selain itu, menurut Van Hiele, proses perkembangan dari tahap yang satu ke tahap berikutnya terutama tidak ditentukan oleh umur atau kematangan biologis, tetapi lebih bergantung pada pengajaran dari guru dan proses belajar yang dilalui siswa. Untuk meningkatkan suatu tahap berpikir ke tahap berpikir yang lebih tinggi Van Hiele mengajukan pembelajaran yang melibatkan 5 fase (langkah), yaitu:

a) Fase Informasi (*Information*)

Pada awal fase ini, guru dan siswa menggunakan tanya jawab dan kegiatan tentang obyek-obyek yang dipelajari pada tahap berpikir yang bersangkutan. Guru mengajukan pertanyaan kepada

siswa sambil melakukan observasi. Tujuan kegiatan ini adalah:

- a. Guru mempelajari pengetahuan awal yang dipunyai siswa mengenai topik yang di bahas.
 - b. Guru mempelajari petunjuk yang muncul dalam rangka menentukan pembelajaran selanjutnya yang akan diambil.
- b) Fase Orientasi Langsung (*Directed Orientation*)
Siswa menggali topik yang dipelajari melalui alat-alat yang dengan cermat disiapkan guru. Aktifitas ini akan berangsur-angsur menampakkan kepada siswa struktur yang memberi ciri-ciri untuk tahap berpikir ini. Jadi, alat ataupun bahan dirancang menjadi tugas pendek sehingga dapat mendatangkan repon khusus.
- c) Fase Penjelasan (*Explication*)
Berdasarkan pengalaman sebelumnya, siswa menyatakan pandangan yang muncul mengenai struktur yang diobservasi. Di samping itu untuk membantu siswa menggunakan bahasa yang tepat dan akurat, guru memberi bantuan seminimal mungkin. Hal tersebut berlangsung sampai sistem hubungan pada tahap berpikir ini mulai tampak nyata.
- d) Orientasi Bebas (*Free Orientation*)
Siswa menghadapi tugas-tugas yang lebih komplek berupa tugas yang memerlukan banyak langkah, tugas-tugas yang dilengkapi dengan banyak cara, dan tugas-tugas *open ended*. Mereka memperoleh pengalaman dalam menemukan cara mereka sendiri, maupun dalam menyelesaikan tugas-tugas. Melalui orientasi diantara para siswa dalam bidang investigasi, banyak hubungan antara obyek-obyek yang dipelajari menjadi jelas.
- e) Fase Integrasi (*Integration*)
Siswa meninjau kembali dan meringkas apa yang telah dipelajari. Guru dapat membantu dalam membuat sintesis ini dengan melengkapi survey secara global terhadap apa-apa yang telah dipelajari

siswa. Hal ini penting tetapi, kesimpulan ini tidak menunjukkan sesuatu yang baru.

Kemampuan Pandang Ruang

a. *Definisi Kemampuan Pandang Ruang*
Kemampuan keruangan adalah kemampuan untuk memecahkan problema-problema yang berhubungan dengan penggunaan ruang tiga dimensi (Sukardi, 2003). Kemampuan keruangan sesungguhnya tidak lebih dari belajar bahasa matematika, aritmatika, dan aljabar (Maier, 2003)

Kemampuan pandang ruang menjadi tujuan yang utama dalam pembelajaran matematika khususnya pada pembelajaran geometri sekolah. Peter Herbert Maier (1998) menyatakan bahwa:

Spatial ability is a human qualification that is relevant to a high degree to our lives. Several studies (Ethington & Wolfe 1984; Gallagher 1989, Tartre 1990) and a meta-analysis (Kleime 1986), show, that in school spatial skills can be used in specific ways for many mathematical tasks. Obviously spatial abilities are used in a wider range than just for solving geometrical exercises. Even in some other subjects, e.g. Chemistry (Pribyl & Bodner 1987), Biology (Lord 1990) and Physical Education (Meeker 1991), success bases fundamentally on spatial abilities. As well as in school we also profit from a well developed spatial ability in professional life (Stumpf & Fay 1983).

Kemampuan pandang ruang adalah kecakapan seseorang yang relevan terhadap posisinya yang tinggi di dalam kehidupan. Beberapa studi (Ethington & Wolfe 1984; Gallagher 1989, Tartre 1990) dan sebuah meta-analisis (Kleime 1986), menunjukkan bahwa dalam kemampuan pandang ruang di sekolah dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan matematika. Kemampuan pandang ruang digunakan dalam hal yang lebih luas dari sekedar

penyelesaian geometri. Bahkan dijadikan dasar dalam beberapa mata pelajaran seperti Kimia (Pribyl & Bodner 1987), Biologi (Lord 1990), dan Fisika (Meeker 1991). Seperti halnya di sekolah kemampuan pandang ruang juga dimanfaatkan dalam kehidupan professional (Stumpf & Fay 1983).

b. Unsur - Unsur Kemampuan Pandang Ruang

Peter Herbert Maier (1998) menyatakan bahwa ada lima unsur kemampuan pandang ruang yang didasarkan pada beberapa teori kecerdasan, metaanalisis, dan sejumlah studi kemampuan pandang ruang. Kelima unsur tersebut adalah sebagai berikut.

1. *Spatial Perception*

Spatial perception tidak boleh bercampur dengan tahap awal perolehan kemampuan pandang ruang. Posisi kemampuan pandang ruang seseorang bukan bagian dari masalah karena orang tersebut berada di luar situasi. Jadi, seseorang bebas untuk menanggapi suatu objek.

2. *Visualisation*

Visualisation adalah kemampuan untuk memvisualisasi suatu bentuk yang ingin dimanipulasi. Contohnya adalah suatu kubus yang diiris dengan sebuah bidang. Jenis tugas ini mensyaratkan adanya proses yang dinamis yang berarti hubungan spasial antara objek berubah. Posisi spasial seseorang bukan bagian dari tugas tersebut.

3. *Mental Rotation*

Mental Rotation adalah kemampuan yang secara cepat dan tepat untuk memutar sebuah bangun dimensi 2 atau dimensi 3. Saat ini kemampuan ini melajadi lebih penting karena banyak orang bekerja dengan perangkat lunak grafis yang berbeda. Sama halnya dengan *visualisation*, *mental rotation* mensyaratkan adanya proses yang dinamis dan posisi spasial seseorang bukan bagian dari tugas tersebut.

4. *Spatial Relations*

Spatial Relations berarti kemampuan untuk memahami konfigurasi spasial suatu objek atau bagian dari objek dan hubungannya satu sama lainnya. Posisi spasial seseorang merupakan bagian penting dari masalah. *Spatial Relations* mensyaratkan proses yang dinamis.

5. *Spatial Orientation*

Spatial Orientation adalah kemampuan untuk menyesuaikan diri secara fisik maupun mental di ruang angkasa. Oleh karena itu, posisi spasial sendiri orang tersebut tentu merupakan bagian penting dari tugas. Proses mental adalah proses yang dinamis.

Metode

Materi dan Bentuk Tes

Materi yang digunakan untuk menyusun soal tes adalah materi pokok bangun dimensi tiga yang berbentuk soal uraian.

Langkah-langkah Penyusunan Perangkat Tes

Adapun langkah-langkah penyusunan perangkat tes adalah sebagai berikut. (1) Pembatasan terhadap bahan yang diteskan, yaitu materi bangun dimensi tiga. (2) Menentukan bentuk soal. Soal tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal bentuk uraian. (3) Menentukan jumlah soal dan jumlah waktu yang disediakan. (4) Menentukan kisi-kisi soal tes. (5) Menyusun soal tes.

Validasi Instrumen

Validasi instrumen dalam penelitian ini meliputi: (1) Validasi Ahli. Validitas logis terpenuhi jika instrumen tersebut sudah dirancang secara baik, mengikuti teori dan ketentuan yang ada (Arikunto, 2008). Validasi pada aspek ini dilaksanakan dengan mengajukan instrumen untuk dinilai keabsahannya kepada 3 orang validator yang ahli dalam bidang geometri serta teori Van Hiele. Adapun aspek penilaian meliputi isi materi, bahasa, dan penulisan soal. (2) Validasi Empiris. Instrumen yang telah disusun dan divalidasi oleh ahli kemudian divalidasi empiris melalui uji

coba instrumen pada kelas kontrol. Dari hasil uji coba kemudian dianalisis untuk menentukan soal mana saja yang termasuk dalam kategori baik yang layak dipakai untuk instrumen penelitian.

Analisis Perangkat Tes

Analisis perangkat tes bertujuan untuk mengadakan identifikasi soal-soal yang baik, kurang baik, dan soal yang jelek, sehingga dapat diperoleh informasi yang akan digunakan untuk menyempurnakan

soal-soal untuk kepentingan lebih lanjut (Arikunto, 2008). Adapun analisis perangkat tes meliputi validitas soal, reliabilitas, tingkat kesukaran, analisis daya beda.

1) *Validitas Butir Soal*

Validitas soal ditentukan dengan menggunakan rumus korelasi *product moment* dengan mengkorelasikan jumlah skor butir dengan skor total.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (\text{Arikunto, 2008})$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi *product moment*
 n = banyaknya peserta tes
 x = skor butir
 y = skor total

Hasil perhitungan kemudian dikonsultasikan dengan harga kritik *product moment* dengan signifikansi 5%,

apabila $r_{xy} > r_{tabel}$ maka butir soal itu valid.

2) *Reliabilitas*

Seperangkat tes dikatakan reliabel apabila tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap. Reliabilitas soal uraian ditentukan dengan menggunakan rumus *Alpha*.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan :

r_{11} = reliabilitas yang dicari
 n = banyaknya butir soal
 $\sum \sigma_b^2$ = jumlah varian skor tiap-tiap butir
 σ_t^2 = varians total

Kriteria pengujian reliabilitas tes yaitu setelah didapatkan r_{11} kemudian dikonsultasikan dengan harga *product moment* pada tabel. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka soal yang diujikan reliabel (Arikunto, 2008)

3) *Tingkat kesukaran*

Bilangan yang menunjukkan sukar dan mudahnya suatu soal disebut indeks kesukaran, yang diberi simbol P. Adapun rumus menentukan indeks kesukaran adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{B}{JS}$$

Keterangan :

P = indeks kesukaran
 B = banyaknya peserta didik yang menjawab benar
 JS = banyaknya seluruh peserta didik yang mengikuti tes.
 Indeks kesukaran diklasifikasikan sebagai berikut.
 Soal dengan $0,00 < P \leq 0,30$ adalah soal sukar
 Soal dengan $0,30 < P \leq 0,70$ adalah soal sedang
 Soal dengan $0,70 < P \leq 1,00$ adalah soal mudah
 (Arikunto, 2008).

4) *Daya Pembeda*

Daya pembeda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan antara

peserta didik yang berkemampuan tinggi dengan yang berkemampuan rendah. Langkah-langkah menghitung daya pembeda untuk soal uraian adalah sebagai berikut.

- Mengurutkan hasil ujicoba dari skor tertinggi sampai terendah.
- Menentukan kelompok atas dan bawah, yaitu kelompok atas sebanyak 27% dari jumlah peserta tes dan begitu juga dengan kelompok bawah.

Indeks diskriminasi (daya beda) soal uraian ditentukan dengan menggunakan rumus uji t sebagai berikut.

$$t = \frac{(MH - ML)}{\sqrt{\left(\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{n_i(n_i - 1)}\right)}}$$

Keterangan :

MH = rata-rata dari kelompok atas

ML = rata-rata dari kelompok bawah

$\sum x_1^2$ = jumlah kuadrat deviasi individual kelompok atas

$\sum x_2^2$ = jumlah kuadrat deviasi individual kelompok bawah

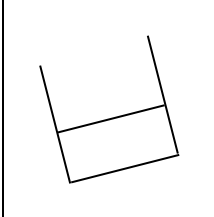
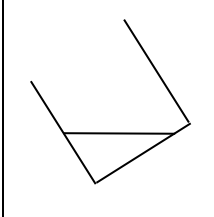
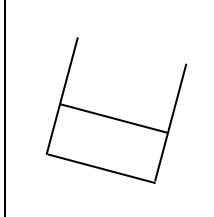
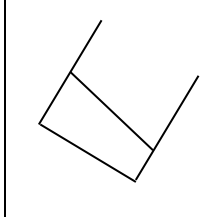
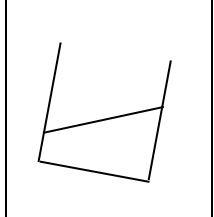
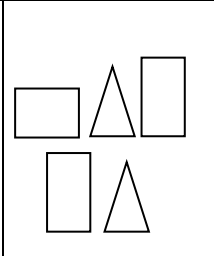
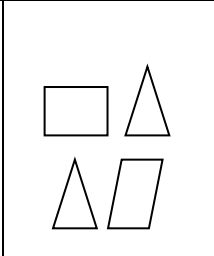
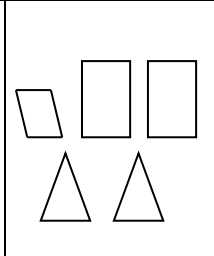
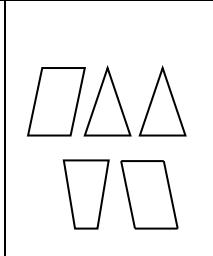
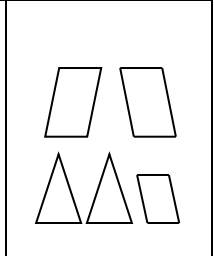
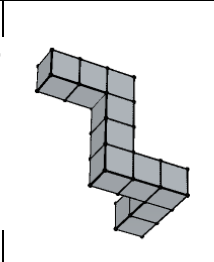
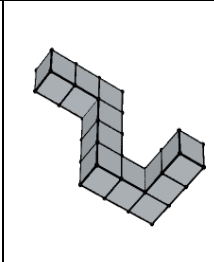
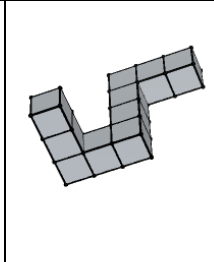
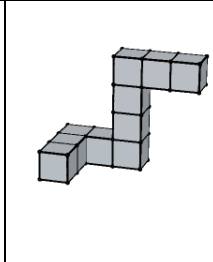
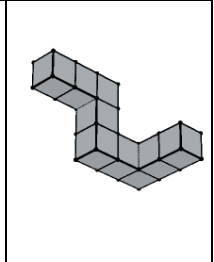
$n_i = 27\%$ dari jumlah testi

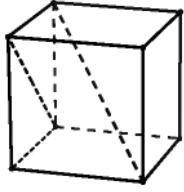
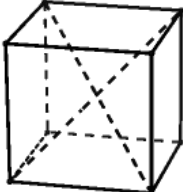
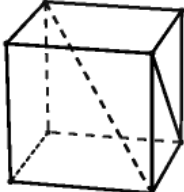
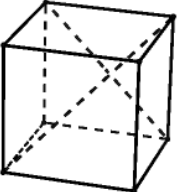
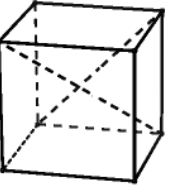
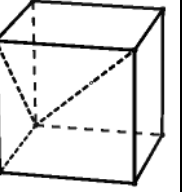
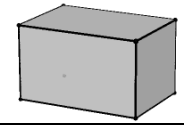

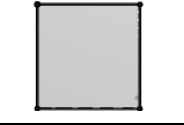
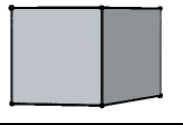
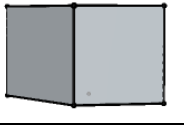
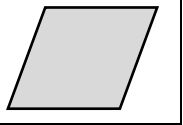


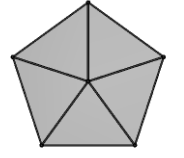
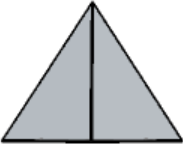
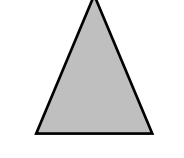
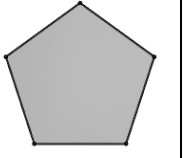

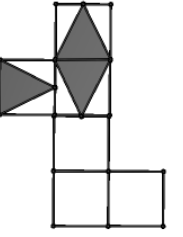
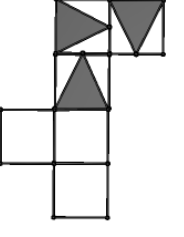
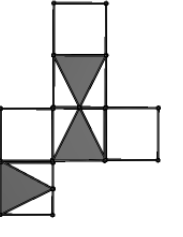
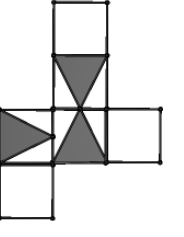
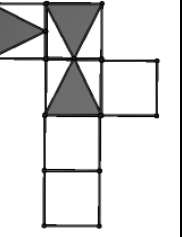
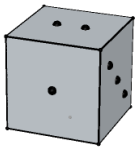
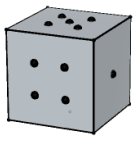
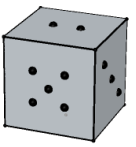
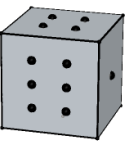
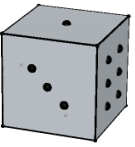
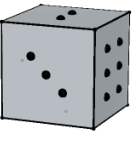
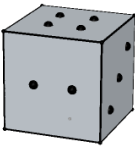
Hasil perhitungan dibandingkan dengan t_{tabel} , dengan

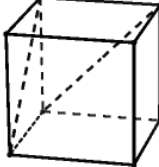
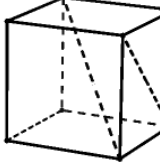
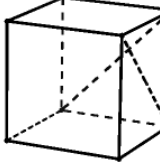
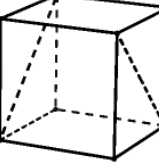
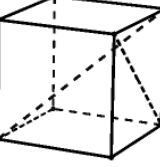
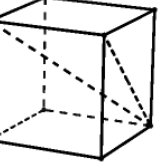
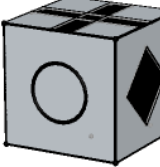
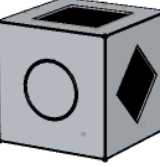
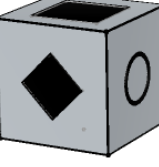
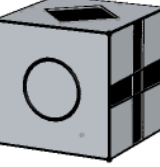
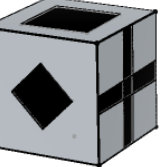
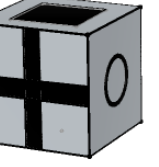



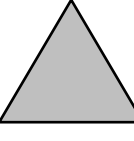
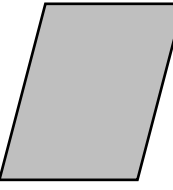
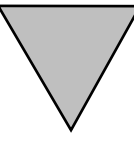
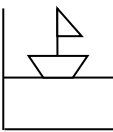
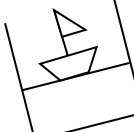
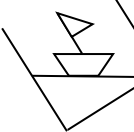
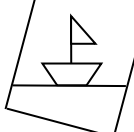
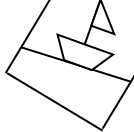
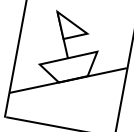
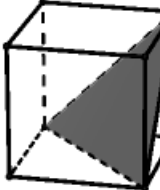



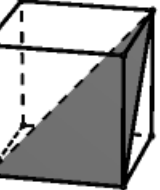
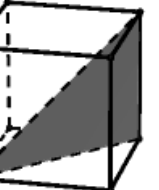
$dk = (n_1 - 1)(n_2 - 1)$. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka daya beda soal tersebut signifikan (Arifin, 1991: 141). Dalam penelitian ini peneliti menggunakan $\alpha = 5\%$.

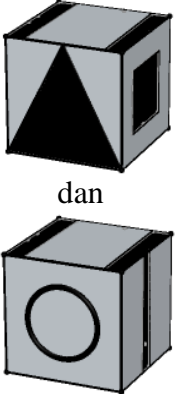
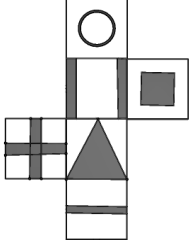
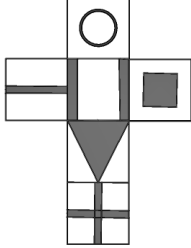
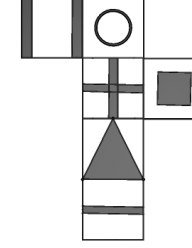
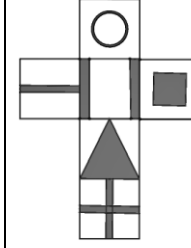
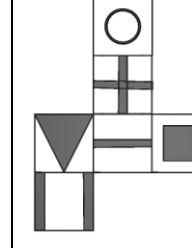
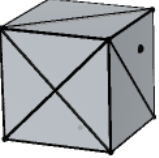
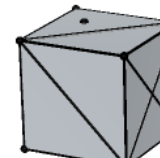
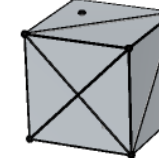
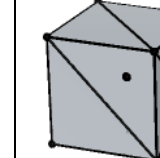
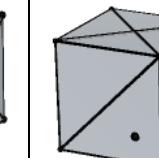
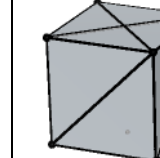
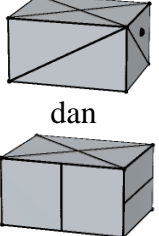
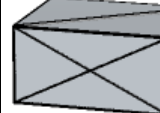
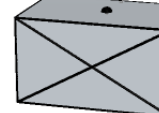
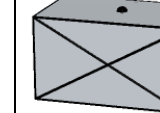
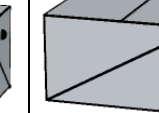
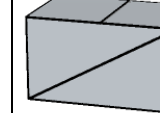






Hasil

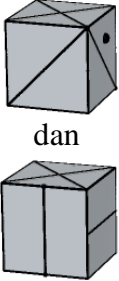
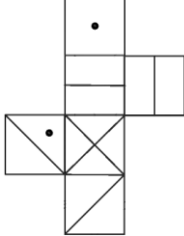
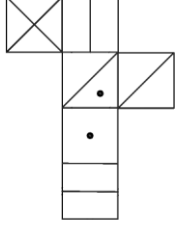
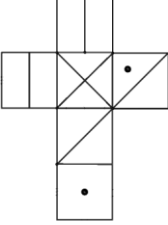
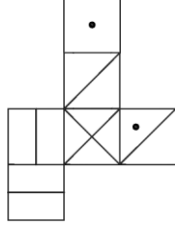
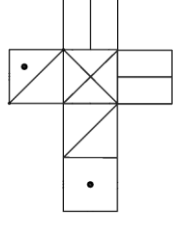
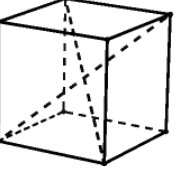
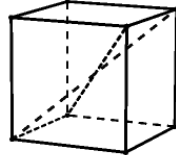
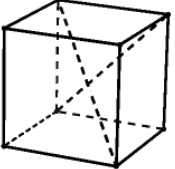
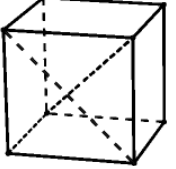
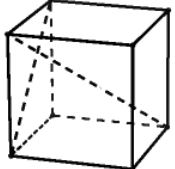
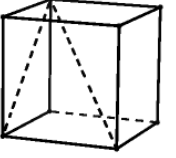
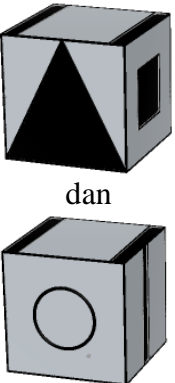
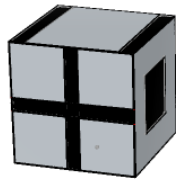
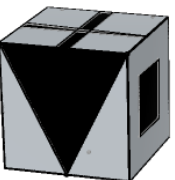
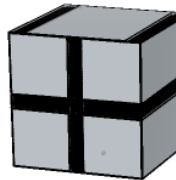
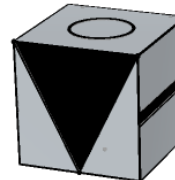
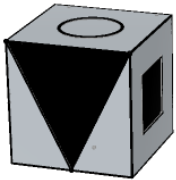
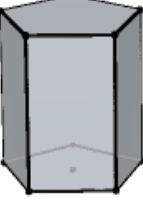

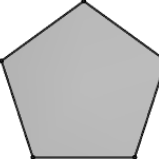



Instrumen yang disusun berdasarkan validasi ahli yang dilakukan adalah sebagai berikut:

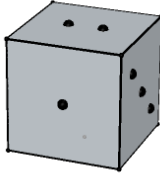

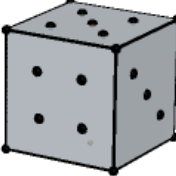
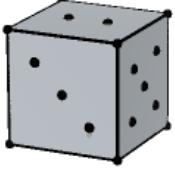
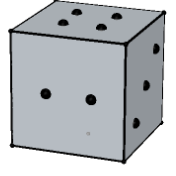
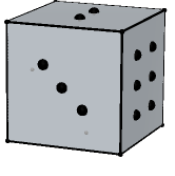
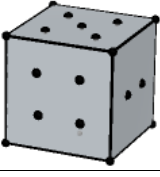
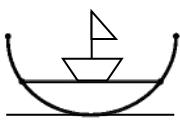
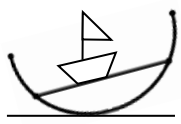
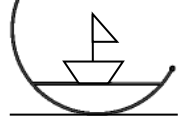
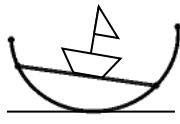
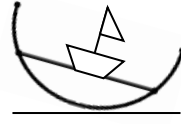
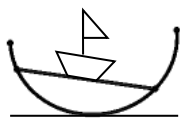
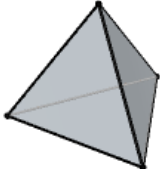
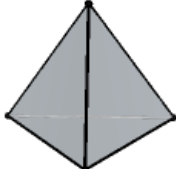

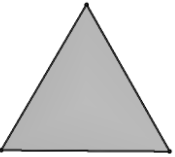
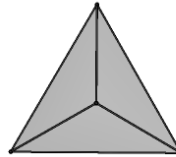
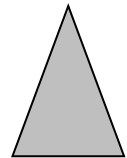
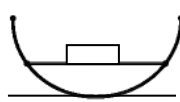
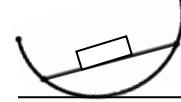



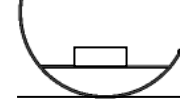
No	Objek	Pilihan Jawaban				
		A	B	C	D	E
1	Pada kolom objek, diberikan gambar gelas berisi air. Manakah dari kelima gambar di bawah ini yang menunjukkan permukaan air yang benar dengan pengisian air yang sama banyak?					
2	Kertas berbentuk apa sajakah yang diperlukan untuk menutup rangka kawat berikut ini?					
3	Gambar manakah di bawah ini yang identik dengan gambar pada kolom objek?					

No	Objek	Pilihan Jawaban				
		A	B	C	D	E
4	Gambar manakah di bawah ini yang identik dengan gambar pada kolom objek?					
						
5	Gambar manakah yang bukan merupakan tampilan dari gambar balok pada kolom objek jika dilihat dari sudut pandang yang berbeda?					
						
6	Gambar manakah yang bukan merupakan tampilan dari gambar limas tegak segilima beraturan pada kolom objek jika dilihat dari sudut pandang yang berbeda?					
						
7	Jaring-jaring manakah di bawah ini yang dapat dibentuk menjadi kubus seperti yang ditunjukkan pada gambar di kolom objek?					
						
8	Pada kolom objek, diberikan dua gambar kubus yang identik. Manakah gambar kubus di bawah ini yang identik dengan dua gambar kubus tersebut?					
	 dan 					

No	Objek	Pilihan Jawaban					
		A	B	C	D	E	
9	Gambar manakah yang identik dengan gambar pada kolom objek?						
10	Gambar manakah yang identik dengan gambar pada kolom objek?						
11	Gambar manakah yang bukan merupakan tampilan dari gambar prisma tegak segitiga pada kolom objek jika dilihat dari sudut pandang yang berbeda?						
12	Pada kolom objek, diberikan gambar gelas berisi air yang di dalamnya diletakkan mainan perahu. Manakah dari kelima gambar di bawah ini yang menunjukkan posisi tiang perahu yang benar?						
13	Manakah irisan bidang terhadap kubus di bawah ini yang identik dengan gambar pada kolom objek?						

No	Objek	Pilihan Jawaban				
		A	B	C	D	E
14	Jaring-jaring manakah di bawah ini yang dapat dibentuk menjadi kubus seperti yang ditunjukkan pada gambar di kolom objek?					
	 <p>dan</p>					
15	Gambar manakah yang identik dengan gambar pada kolom objek?					
						
16	Pada kolom objek, diberikan dua gambar balok yang identik. Manakah gambar balok di bawah ini yang identik dengan dua gambar balok tersebut?					
	 <p>dan</p>					
17	Pada kolom objek, diberikan gambar mangkuk berisi air. Manakah dari kelima gambar di bawah ini yang menunjukkan permukaan air yang benar dengan pengisian air yang sama banyak.					
						

No	Objek	Pilihan Jawaban					
		A	B	C	D	E	
18	Jaring-jaring manakah di bawah ini yang dapat dibentuk menjadi kubus seperti yang ditunjukkan pada gambar di kolom objek?						
19	Gambar manakah yang identik dengan gambar pada kolom objek?						
20	Pada kolom objek, diberikan dua gambar kubus yang identik. Manakah gambar kubus di bawah ini yang identik dengan dua gambar kubus tersebut?						
21	Gambar manakah yang bukan merupakan tampilan dari prisma tegak segilima beraturan pada kolom objek jika dilihat dari sudut pandang yang berbeda?						

No	Objek	Pilihan Jawaban					
		A	B	C	D	E	
22	Pada kolom objek, diberikan dua gambar kubus yang identik. Manakah gambar kubus di bawah ini yang identik dengan dua gambar kubus tersebut?						
	Dan						
23	Pada kolom objek, diberikan gambar mangkuk berisi air yang di dalamnya diletakkan mainan perahu. Manakah dari kelima gambar di bawah ini yang menunjukkan posisi tiang perahu yang benar?						
24	Gambar manakah yang bukan merupakan tampilan dari gambar bidang empat beraturan pada kolom objek jika dilihat dari sudut pandang yang berbeda?						
25	Pada kolom objek, diberikan gambar mangkuk berisi air yang di dalamnya diletakkan sebuah gabus. Manakah dari kelima gambar di bawah ini yang menunjukkan posisi gabus yang benar?						

Setelah pengujian secara empirik kepada 32 orang responden, diperoleh hasil sebagai berikut.

- 1) 25 butir soal dinyatakan valid secara statistika.
- 2) Instrumen tes dinyatakan reliabel dengan indeks r_{11} sebesar 0,824.
- 3) 12 item dinyatakan memiliki tingkat kesukaran sedang, sedangkan 13 item yang lain dinyatakan memiliki tingkat kesukaran mudah.
- 4) 2 butir soal dinyatakan memiliki daya pembeda jelek sedangkan sisanya

memiliki daya pembeda yang naik dan cukup.

Instrumen telah diujikan ke 32 responden dan dapat diketahui bahwa instrumen tersebut valid secara ahli dan empirik. Hasil uji empirik menunjukkan bahwa instrumen dikatakan reliabel, sehingga dapat digunakan pada kondisi dan waktu apapun.

Simpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa instrumen uji kemampuan keruangan yang berdasarkan pengembangan uji kemampuan keruangan *Hubert Maier* adalah seperti tertera pada bagian hasil.

Penskoran instrumen uji kemampuan keruangan yang disesuaikan dengan tes van hiele adalah dengan menyusun masing-masing bagian kemampuan keruangan menjadi 5 item, kemudian masing-masing bagian dari kemampuan keruangan dikatakan baik jika 3 dari 5 item pertanyaan dijawab benar.

Berdasarkan tulisan tersebut di atas, perlu adanya penelitian lanjutan yang mengembangkan tes uji kemampuan keruangan yang berbasis internet, sehingga kebermanfaatannya hasil penelitian ini dapat dirasakan oleh seluruh masyarakat dunia.

Daftar Pustaka

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. 2007. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arsyad, Azhar. 2004. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Burns, R. R. 1995. *Teaching Reading Today's in Elementary School*. Boston: Houghton Mifflin.
- Depdiknas. 2003. *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Matematika SMP dan MTs*. Jakarta: Depdiknas.
- Guven, Bulent dan Temel Kosa. 2008. The Effect of Dynamic Geometry Software on Student Mathematics Teachers' Spatial Visualization Skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET* Vol 7: 100-107.
- Hudojo, Herman. 2001. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Kariadinata, Rahayu. 2010. Penerapan Pembelajaran Berbasis Teknologi *Multimedia*. http://educare.efkipunla.net/index.php?option=com_content&ask=view&id=83&Itemid=3 (diunduh pada 2 Juli 2010 pukul 11.00 WIB).
- Maier, Peter Herbert. 1998. Spatial Geometry and Spatial Ability - How to Make Solid Geometry Solid?. Selected Papers from the *Annual Conference of Didactics of Mathematics 1996*. Elmar Cohors-Fresenborg et all (ed).. Osnabrueck, 1998, ISBN 3-925386-40-8, page 63-75.
- Manthovani, Septi. 2007. *Pelaksanaan KTSP di SMA Nasional Karangturi Semarang (Strategi dan Implementasi)*. Dalam seminar nasional pendidikan Universitas Negeri Semarang.
- Mulyati, Sri. 2000. Cara Menguasai Konsep, Definisi, dan Teorema dalam Geometri. *Jurnal Matematika dan Pembelajarannya*. VI(2), pp. 79-89.
- Moleong, Lexy. 2007. *Metodologi Penelitian Kualitatif Edisi Revisi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- NCTM (2000). *Principals and Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics. Reston:VA.

- Sapaat, Asep. 2006. Pembelajaran dengan Pendekatan Keterampilan Metakognitif untuk Mengembangkan Kompetensi Matematik Siswa. *Jurnal pendidikan*. (online), vol.2. (<http://www.lpidd.net/artikel/artikel.php-9k>, diakses pada 25 Maret 2007).
- Sembiring, Suwah, dkk. 2008. *Matematika Bilingual untuk SMA/MA Kelas X Semester 1 dan 2*. Bandung: Yrama Widya.
- Sophie dan Pierre Rene de Cotret. 2007. *Cabri 3D V2.1 User Manual*. Canada: Cabrilog SAS.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Suherman, Erman dan Udin S. Winataputra. 1999. *Strategi Belajar Mengajar Matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Usiskin, Zalman. 1982. *Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry*. America: University of Chicago.
- Wardhani, Sri. 2005. *Pembelajaran dan Penilaian aspek Pemahaman Konsep, Penalaran, Komunikaasi, dan Pemecahan Masalah materi Pembinaan Matematika SMP*. Yogyakarta: PPPG Matematika.